Annexe 1

Spécifications techniques

Sommaire

[1. Glossaire 3](#_Toc35958041)

[2. Introduction 4](#_Toc35958042)

[3. Implantation / Conception générale du projet 4](#_Toc35958043)

[3.1 Présentation du projet et documents associés 4](#_Toc35958044)

[3.2 Description du parc solaire 5](#_Toc35958045)

[3.3 Récapitulatif des données techniques 5](#_Toc35958046)

[4. Etendue et limites des prestations 6](#_Toc35958047)

[4.1 Généralités 6](#_Toc35958048)

[4.2 Etendue des prestations 7](#_Toc35958049)

[5. Lois, codes, normes et autres documents applicables 9](#_Toc35958050)

[6. Exigences sur les principaux équipements et travaux 12](#_Toc35958051)

[7. Organisation du projet 19](#_Toc35958052)

[7.1 Organisation du projet 19](#_Toc35958053)

[7.2 Phase 1 : Préparation à la Construction 19](#_Toc35958054)

[7.3 Phase 2 : Construction 19](#_Toc35958055)

[7.3.1 Organisation 19](#_Toc35958056)

[7.3.2 Rapports et documentation 20](#_Toc35958057)

[7.4 Phase 3 : Essais, mise en service et Réception Provisoire 21](#_Toc35958058)

**Annexe 1Bis – Liste des Documents du Projet**

**Annexe 1Ter – Dossier des Ouvrages Exécutés**

1. Glossaire

|  |  |
| --- | --- |
| A | Ampère |
| AC/CA | Courant Alternatif |
| **ADSL** | Asymmetric Digital Subscriber Line |
| BJ | Boite de Jonction |
| BT | Basse Tension |
| CC/DC | Courant Continu |
| CE | Conformité Européenne |
| CEI | Commission Electronique Internationale |
| CEM | Compatibilité Electromagnétique |
| DOE | Dossier des Ouvrages Exécutés |
| EPC | Engineering, Procurement and Construction |
| FTP | File Transfer Protocol |
| HSE | Health & Safety Environment - Qualité Hygiène Sécurité, Environnement |
| IP | Indice de Protection |
| MT | Moyenne Tension |
| O&M | Opération et Maintenance |
| PDL | Poste de livraison |
| PV | Photovoltaïque |
| RTC | Réseau téléphonique Commuté |
| SCADA | Supervisory Control And Data Acquisition – Système de Contrôle et d’Acquisition de données |
| SI | Système International |
| STC | Standard Test Conditions (conditions de tests standards : 1000 W/m², 25°C, 1.5 IAM) |
| STEG | Société Tunisienne de l’Electricité et du Gaz |
| TPC | Tube de Protection des Câbles. |
| V | Volt |
| W | Watt |
| Wc | Watt-crête (Watt mesuré à STC) |

1. Introduction

**La présente annexe propose de manière indicative une liste de spécifications techniques pour la construction d’une centrale PV au sol. Il est recommandé d’adapter le contenu aux particularités du projet (taille, étendue des travaux, technologie, exigences de qualité ou de matériel spécifiques, demandes particulières de la STEG, étendue de service souhaitée, options, etc.).**

Ce document, avec l’Annexe 6, présente les exigences minimales du Client pour la conception, fourniture, livraison, installation, mise en service et réalisation des essais de la Centrale et ses différents équipements ou sous-parties.

Il est rappelé que la Centrale doit être réalisée suivant les termes et conditions du Contrat, en conformité avec les bonnes pratiques, la législation en vigueur en Tunisie ainsi que la liste des documents du projet fournies en Annexe 1bis. Les travaux sur le site doivent respecter les règlementations légales et les normes de sécurité en vigueur.

Une attention particulière sera accordée à la qualité des travaux et de tous les matériaux fournis pour ce projet.

1. Implantation / Conception générale du projet
   1. Présentation du projet et documents associés

Le projet consiste une centrale photovoltaïque située dans le gouvernorat de XXX, Tunisie. Les coordonnées géographiques du projet sont :

* Latitude :
* Longitude
* Altitude :

Le plan de situation du projet, du terrain d’implantation de la Centrale, ainsi que les différents documents spécifiques au Projet dont le Prestataire déclare avoir pris connaissance, sont précisés en Annexe 1-bis

Récapitulatif des données climatiques et environnementales du Site :

* Zone Neige :
* Zone Vent :
* Niveau Kéraunique :
* Zone sismique :
  1. Description du parc solaire

La capacité totale de la centrale solaire est de XXXXX MWc, décomposée comme suit :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Puissance total kWc | Puissance onduleurs kVA |
| Champ PV 1 |  |  |
| Champ PV 2 |  |  |
| Champ PV 3 |  |  |
| Champ PV … |  |  |
| TOTAL |  |  |

* 1. Récapitulatif des données techniques

**Le tableau suivant est à compléter en fonction de l’avancée de la conception au moment de la signature du contrat et/ou des données techniques que le Client souhaite imposer ou recommander au Prestataire.**

**Il est à noter que dans le cas où une étude de raccordement détaillée a été réalisée par la STEG, il est important que les équipements de la Centrale soient conformes à ceux considérés pour cette étude. Toute modification aux éléments transmis à la STEG et constitutifs à l’étude de raccordement devra être validée préalablement par la STEG.**

|  |  |
| --- | --- |
| Puissance crête de la Centrale à STC |  |
| Puissance nominale au point de livraison et facteur de puissance |  |
| Modules – Puissance unitaire des modules à STC- Modèle et nom du fabricant |  |
| Nombre de modules prévus |  |
| Structure (Modèle et nom du fabricant) |  |
| Type de structure |  |
| Azimut et degré d’inclinaison |  |
| Nombre de modules par table |  |
| Nombre de tables |  |
| Nombre de boites de jonction |  |
| Distance minimale inter-rangée |  |
| Onduleurs (Puissance nominale- Modèle et nom du fabricant) |  |
| Nombre d’onduleurs prévus |  |
| Poste(s) de transformation (Modèle et nom du fabricant) |  |
| Nombre de poste(s) de transformation |  |
| Pyranomètre (le cas échéant) Modèle et nom du fabricant |  |
| Nom de pyranomètre |  |
| Type d’interconnexion |  |

1. Etendue et limites des prestations
   1. Généralités

Cette section décrit les exigences techniques minimales pour définir la technologie et la conception de la Centrale.

Le Prestataire sera responsable de tous les travaux et de leurs coûts associés tels que définis dans le présent Contrat, y compris, mais sans s'y limiter la conception, l'ingénierie, les activités d'approvisionnement, le transport sur le lieu d'utilisation, l'installation, les essais de réception et la mise en service des installations, ainsi que la rectification des défauts.

En outre, le Prestataire sera responsable de tous les travaux de coordination nécessaires avec les différentes parties concernées, y compris la coordination des activités sur site, la coordination des activités avec la STEG, les sous-traitants, les fournisseurs et les autorités locales. Le Client facilitera la coordination avec les éventuels conseillers externes et les tiers concernés.

La Centrale devra être conçue, construite et configurée de manière à :

* assurer une disponibilité et une fiabilité élevées avec des coûts de production d'énergie minimaux ;
* assurer une durée de vie de la Centrale d’au moins 25 ans par l’utilisation d’équipements fiables, conçus pour fonctionner dans l’environnement dans lequel ils seront installés, en limitant les risques de dégradation et de corrosion ;
* respecter les conditions de tous les permis, autorisations, règlements, normes et standards locaux et internationaux applicables aux centrales photovoltaïques et au Projet en particulier, en matière de travail, de construction, d’environnement, de sécurité et de santé, etc.
* respecter les conditions et exigences imposées par les autorités gouvernementales et les services publics concernés, y compris et sans s’y limiter le Code Réseau[[1]](#footnote-1) de la STEG ;
* respecter les recommandations des fabricants et se conformer aux manuels d'utilisation, de manière à ne pas impacter les garanties des équipements de la Centrale ;
* assurer la sécurité des biens et des personnes. A ce titre, la Centrale doit incorporer tous les éléments de sécurité requis par les normes, les règlements nationaux et locaux applicables ou lorsque cela est exigé par la STEG ;
* respecter les exigences des assureurs.

Etant précisé que :

* tous les équipements et systèmes utilisés sur ou pour la Centrale doivent être construits conformément aux règlements et aux normes applicables et doivent être neufs et sans défaut.
* La Centrale doit être conçue pour atteindre un niveau élevé de fiabilité grâce à la qualité de la mise en œuvre de la construction, au choix des équipements avec également pour objectif la maintenabilité et l'exploitabilité de la Centrale.
* La Centrale doit pouvoir atteindre le ratio de performance garanti tel que décrit à l'annexe 6.

Le Prestataire doit appliquer un système bien établi de classification et d'identification des composants de la Centrale. Le système international d'unités SI doit être utilisé pour la conception, les dessins, les diagrammes, les mesures, etc.

* 1. Etendue des prestations
* **Ingénierie projet**
  + Demandes des autorisations administratives liées aux travaux (permissions de voiries, …) ;
  + Réalisation des plans topographiques détaillés (si nécessaire)
  + Réalisation de toutes les études de dimensionnement, des tests et sondages nécessaires (dimensionnement des ancrages, tests à l’arrachement, notes de calcul électriques, etc.)
  + Réalisation des plans de construction de tous les lots : les plans d’implantation, les schémas unifilaires, plans des locaux, …
  + Réalisation des plans de récolement et du Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE)
  + Coordination, le pilotage des opérations d’études, d’approvisionnement, de construction, de mise en service et d’essai
  + Management des aspects qualité, sécurité et environnement du projet.
* **Lot Voirie et Réseaux Divers**
  + Le nettoyage du terrain (abattage des arbres, débroussaillage, curage des fossés)
  + La fourniture et la mise en place de la base vie
  + La création des zones de stockage et de montage
  + Les aménagements du terrain rendus nécessaires pour la construction de la Centrale (ex : terrassement, drainage, etc.)
  + La création des pistes, des plateformes de déchargement, le renforcement de chemins/routes existants (si nécessaire)
  + La réalisation des tranchées
  + La fourniture et la pose des fondations des postes d’onduleurs-transformateurs et du poste de livraison
  + La fourniture et la pose de la clôture et du portail d’accès
* **Lot génie mécanique**
  + La fourniture et la pose des fondations des structures
  + La fourniture et le montage des structures
  + Le montage des modules
* **Lot génie électrique**
  + La fourniture, la pose et le raccordement des modules
  + La fourniture, la pose et le raccordement des câbles CC solaires, les câbles AC (en BT et MT), les câbles de communication,
  + La fourniture, la pose et le raccordement du réseau de mise à la terre et des équipements d’équipotentialité de l’ensemble de la Centrale.
  + La fourniture et pose des équipements de mesure (y compris des compteurs) et de contrôle de la centrale (SCADA)
* **Lot fourniture des équipements électriques incluant :**
  + Les boites de jonction CC, les connecteurs, composants de protection électrique, et tout autre composant nécessaire à la Centrale et non spécifiquement mentionné ici.
  + Les locaux de transformations : onduleurs, boites de jonction CC, tableau MT, transformateurs
  + Le poste de livraison, y compris tableau MT, transformateur auxiliaire, etc.
  + Le transport et le déchargement
  + Fourniture et solution de stockage des pièces détachées
  + Les étiquetages
  + Les équipements de sécurité et de sureté exigés ou nécessaires aux interventions sur les équipements électriques de la Centrale.
* **Lot Supervision**
  + La fourniture, la pose et le raccordement du système de SCADA et station météorologique de la Centrale
* **Lot tests et mise en service**
  + Conduite, pour chacun des lots, de tous les contrôles nécessaires à la validation de l’achèvement mécanique de la centrale et aux opérations de mise en service ;
  + Paramétrage des équipements électriques, du système de monitoring électrique de la Centrale (SCADA) ;
  + Contrôle des installations électriques et validations avec la STEG ;
  + Mise en service des équipements devant conduire à la mise en service générale de la Centrale ;
  + Conduite des tests électriques, notamment en relation avec le Code Réseau et tests de ratio de performance de la Centrale ;
  + Préparation et livraison des manuels d’opération et de maintenance,
  + Etablissement et transmission du Dossier des Ouvrages Exécutés et des garanties des équipements ;
  + Etablissement du stock initial des pièces détachées ;
  + Levée des réserves.
* **Autres**
  + La fourniture et pose des équipements de sécurité (caméra…)
  + La sécurité du site durant la phase travaux (si nécessaire)
  + Réalisation et suivi des procédures de dédouanement des équipements importés au nom du Client
* ***En option :*** 
  + *[Si le Client ne souhaite pas le sous-traiter à un prestataire externe] Etude de conformité de la Centrale au réseau de la STEG, telle qu’exigée dans le Code Réseau*
  + *Les travaux de raccordement au réseau de télécommunication jusqu’aux équipements de raccordement des lignes RTC et ADSL*
  + *Formation du personnel du Client et/ou d’autres prestataires pour la maintenance.*
  + *Réalisation des ouvrages de raccordement au-delà du Point de Livraison conformément à l’étude détaillée de raccordement de la STEG*

**Point d’information : Dans le cas où les travaux de raccordement électrique au-delà du Point de Livraison seraient réalisés par le Prestataire, ils pourraient être considérés comme une extension de ses prestations de base ouvrant le droit à une extension de budget. A noter que le choix de cette option nécessite une convention spécifique entre la STEG et le Client (convention de supervision de travaux de la part de la STEG).**

1. Lois, codes, normes et autres documents applicables

Dans le cadre de sa prestation, le Prestataire sera tenu de se conformer aux :

* Lois et Règlements applicables en Tunisie ;
* Exigences contenues dans les permis et autres documents transmis par le Client et listés à l’Annexe 1 bis
* Exigences imposées par la STEG ou par toute autorité compétente en Tunisie, en particulier le cahier des charges relatif aux exigences techniques de raccordement et d’évacuation de l’énergie produite à partir des installations d’énergies renouvelables raccordées sur le réseau haute et moyenne tension (« Code Réseau »);
* Normes internationales et locales applicables ;
* Les exigences techniques décrites dans les présentes
* Règles de bonnes pratiques de la profession.

Pour la conception, réalisation et test des installations photovoltaïques connectées au réseau MT, le Prestataire sera tenu de se conformer aux normes internationales et locales applicables dont une liste non exhaustive est fournie ci-dessous :

* CEI 18510 : Recueil d’instructions générales de sécurité d’ordre électrique
* CEI 60050- Mesures et appareils de mesure électrique et électronique
* CEI 60068 : Tenue des connexions et montages intégrés
* CEI 60076- Transformateurs de puissance
* CEI 60085 – Isolation, électrique
* CEI 60099 : Parafoudres
* CEI 60214 Changeurs de prises
* CEI 60228 Ames des câbles isolés
* CEI 60255-1 :2009 : Relais de mesure et équipements de protection
* CEI 60287 : Câbles électriques - Calcul du courant admissible - Partie 1-3 : Equations de l’intensité du courant admissible (facteur de charge 100 %) et calcul des pertes - Répartition du courant entre des câbles unipolaires disposés en parallèle et calcul des pertes par courant de circulation
* CEI 60320 : Norme de matériels électriques BT. Degré d’isolement électrique d’équipement et matériaux
* CEI 60364 : Installations électriques à basse tension
  + CEI 60364-1 Installations électriques à basse tension - Partie 1 : principes fondamentaux, détermination des caractéristiques générales, définitions
  + CEI 60364-5-54 Installations électriques à basse tension - Partie 5-52 : choix et mise en œuvre des matériels électriques - Canalisations
  + CEI 60364-5-55 Installations électriques des bâtiments – Partie 5-55: Choix et mise en œuvre des matériels électriques –Autres matériels
  + CEI 60364-7-7-712 Installations électriques des bâtiments -- Partie 7-712 : Exigences pour les installations ou emplacements spéciaux - Systèmes d'alimentation solaire photovoltaïque (PV).
* CEI 60502-1 Câbles d'énergie à isolant extrudé et leurs accessoires pour des tensions assignées de 1 kV (Um = 1,2 kV) à 30 kV (Um = 36 kV) – Partie 1: Câbles de tensions assignées de 1 kV (Um =1,2 kV) et 3 kV (Um = 3,6 kV)
* CEI 60529 - Degrés de protection fournis par les boîtiers (code IP) ;
* CEI 60664-1 Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension - Partie 1 : principes, exigences et essais
* CEI 60694 : Spécifications communes aux normes de l’appareillage haute tension
* CEI 60870 -5 : Formats des trames de transmission
* CEI 60909-1 Courants de court-circuit dans les réseaux triphasés à courant alternatif –Partie 1: Facteurs pour le calcul des courants de court-circuit conformément à la CEI 60909-0
* CEI 61000 : Compatibilité électromagnétique (CEM) – Toutes les parties
  + CEI 61000-6-1:2007 - Compatibilité électromagnétique (CEM) - Partie 6.1 : Normes génériques - Immunité pour les environnements résidentiels, commerciaux et de l'industrie légère.. ;
  + CEI 61000-6-3:2007 - Compatibilité électromagnétique (CEM) - Partie 6.3 : Normes génériques - Norme sur les émissions pour les environnements résidentiels, commerciaux et industriels légers ;
  + CEI 61000-6-5, Compatibilité électromagnétique (CEM) - Partie 6-5 : Normes génériques - Immunité pour les environnements des centrales et sous-stations électriques.
* CEI 61173 Protection contre les surtensions des systèmes photovoltaïques (PV) de production d’énergie- guide
* CEI 61215, Ed. 2, Modules photovoltaïques terrestres (PV) au silicium cristallin - Qualification de conception et approbation de type.
* CEI 61724 Surveillance des qualités de fonctionnement des systèmes photovoltaïques- Recommandations pour la mesure, le transfert et l’analyse des données.
* CEI 61730-1, Qualification pour la sécurité des modules photovoltaïques (PV) - Partie 1 : Exigences pour la construction.
* CEI 61730-2, Qualification pour la sécurité des modules photovoltaïques (PV) - Partie 2 : Exigences pour les essais.
* CEI 61740 : Parafoudre pour matériel BT
* CEI 61836 : Système d’énergie PV. Termes et symboles
* CEI 61869 : Transformateurs de mesure
* CEI 62093 : Composant BOS des systèmes photovoltaïques- Qualification et essais d’environnement
* CEI 62109 : Sécurité des convertisseurs de puissance destinés à être utilisés dans des systèmes photovoltaïques
* CEI 62208 : Enveloppes vides destinées aux ensembles d'appareillage à basse tension - Exigences générales
* CEI 62305-3 Protection contre la foudre - Partie 3 : dommages physiques sur les structures et risques humains
* CEI 62446-1 - Systèmes photovoltaïques (PV) - Exigences pour les essais, la documentation et la maintenance
* CEI 62548 : Exigences pour installation et sécurité des générateurs PV. Caractéristiques des fusibles en Centrales photovoltaïques
* CEI 62852 : Connecteurs pour applications en courant continu pour systèmes photovoltaïques - Exigences de sécurité et essais
* CEI TS 62804-1: Modules photovoltaïques–Méthodes de test pour la détection de l’effet PID (Potential-Induced Degradation) – Partie 1 : Silicon cristallin
* EN 50524 - Fiche technique et plaque signalétique pour onduleurs photovoltaïques ;
* EUROCODE Construction standards
* IEEE C37.90 IEEE Standard for Relays and Relay Systems Associated with Electric Power Apparatus
* UL 2703 : Norme pour les systèmes de montage, les dispositifs de montage, les dispositifs de serrage/de retenue et les cosses de mise à la terre à utiliser avec les modules et panneaux photovoltaïques plats

1. Exigences sur les principaux équipements et travaux

**Le tableau ci-dessous présente les exigences minimales attendues par le Prestataire. Il pourra être modifié en fonction des exigences du Client et du Site. Alternativement, le Client peut aussi spécifier des références de matériel qu’il souhaite imposer au prestataire, en fonction des pré-études qu’il aura conduites.**

**Point de vigilance : c’est ici que les modalités des garanties relatives aux équipements doivent être convenues entre les Parties. Elles peuvent être directement accordées par les fabricants au Client ou portées par le Prestataire jusqu’à une date convenue entre les Parties après la Réception Provisoire.**

| **Poste** | **Exigences minimales (non exhaustif)** | **Degrés de flexibilité (exemples)** | **Garanties minimales** |
| --- | --- | --- | --- |
| Structures supports des modules et fondation | * Structure : [Fixe/tracker] * Fondation : Pieux ou vis sauf contrainte particulière liée au site * Hauteur minimale au sol du point bas de [0,8]m. * Hauteur maximale du module au point haut : [2,5] m * Pertes par ombrage proche (liée aux ombrages des tables entre elles) de maximum [0,6%]. * Matériau : [acier galvanisé] * Traitement anti-corrosion obligatoire et adapté aux conditions du Site * Module : en paysage ou en portrait |  | Garantie structures métalliques : 5 ou 10 ans  Fondations : garantie 10 ans |
| Modules | Technologie [Silicium cristallin]  Tension DC de fonctionnement [1000-1500] V | Possibilité d’ajouter des pré-requis technique minimum :   * Coefficient de température * LID * Cadre ou non * Dimensions requises * Fournisseur Tier 1 * Références minimales sur le module, par exemple, preuve que les modules du même type ont été installées dans d’autres projets avec des environnement similaires avec une capacité minimale de [10] MWp au cours des [deux] dernières années. * Autorisation signée du fabricant pour une installation des modules dans les conditions du Site | Garantie Produit : Minimum 10 ans  Garantie Puissance : Dégradation linéaire sur 25 ans d’opération.  Puissance de sortie minimale de 80% après 25 ans |
| Onduleurs | * Les onduleurs [strings ou centraux] doivent être conformes aux exigences de la STEG et du Code Réseau. * Exigences de sécurité conformément à la norme CEI 62109 et dispositifs anti-îlotage conformément à la norme CEI 62116 ; * L'onduleur nécessite un interrupteur/disjoncteur CC conformément à la norme CEI 60364-7-7-712 ; * Les onduleurs doivent être équipés d’un écran de contrôle commande et de capacités de surveillance et de contrôle à distance ; d’un dispositif de dispositifs de déconnexion conformes aux exigences locales ainsi que de démarrages et d’arrêts automatiques ; d’un dispositif de surveillance d’isolement à la terre et d’une protection contre l’échauffement excessif. Ils doivent être protégés contre les surcharges et les courts-circuits internes. * Les onduleurs doivent être installés conformément au manuel d'installation du fabricant. Les manuels d'entretien doivent être fournis avant l'acceptation de la centrale ; * La température des postes onduleurs ne doit jamais dépasser 45°C. * Le rendement européen (Euro-Eta (η)) ne sera pas inférieur à [97,5%]: * L’autoconsommation des onduleurs en mode veille ne sera pas supérieure à [0,1%] de la puissance nominale | Possibilité d’ajouter :   * Degré de protection (ex IP 65 pour les onduleurs externes) * qu’ils soient protégés des rayonnements solaires. * Le rapport de la puissance de crête d'entrée sur la puissance de sortie doit être officiellement confirmé par le fabricant de l'onduleur * Les tensions MPP des chaînes de modules doivent être vérifiées pour se situer dans la plage de tension MPP de l'onduleur pour des températures comprises entre [-10°C et 60°C ]; * Ils doivent être conçus de manière à pouvoir transmettre la puissance maximale du générateur solaire photovoltaïque à toutes les températures ambiantes et dans toutes les conditions locales possibles (par exemple, sol, atmosphère poussiéreuse) ; * Fabricant Tier 1 * Références minimales sur l’onduleur, par exemple, preuve que les onduleurs (même type) ont été installés dans d’autres projets de capacité minimale de [10] MWc dans des environnements similaires pendant les [deux] dernières années | Attestation de garantie du fournisseur sur 5 ou 10 ans spécifiant le site et les conditions particulières.  Poste en béton : garantie 10 ans |
| Transformateurs BT/MT | * Tension conforme au réseau STEG et exigences du site (relatives à la tension nominale, au niveau de court-circuit, à la température ambiante et à l'augmentation de la température) * Fournis par des fabricants réputés accrédités ISO 9001 et doivent être certifié conforme aux règlement et normes applicables spécifiées pour les transformateurs de puissance, notamment la norme CEI 60076. CEI 60085 pour l'isolation électrique et CEI 60214 pour les changeurs de prises ; * Dimensionné pour la puissance nominale continue maximale du générateur PV à tout moment, y compris en cas de surcharge. * Dimensionné en tenant compte   + De la température ambiante à proximité du transformateur,   + Du transfert des puissances actives et réactives maximales sans écrêtage,   + Des variations de tensions à ses bornes (induites par les variations de tension du réseau)   + Des harmoniques   + Des spécifications techniques au point de livraison * Les tests des transformateurs doivent être effectués strictement selon la norme CEI 60050. * Une durée de vie prévue au moins équivalente à la durée de vie théorique du projet ; * Rendement d'au moins [96 %]. * Remise du rapport d’essai | * Doivent être montés sur un socle en béton de construction appropriée. * Doivent être bien ventilé | Garantie minimale 5 ans mais conçus pour une durée de vie minimale de 25 ans. |
| Boites de jonction  (dans le cas d’onduleurs centraux) |  | Les boites de jonction doivent contenir   * des protections de strings par fusibles, * une protection contre la foudre de type 2, * un interrupteur – sectionneur, * des entrées avec des connectiques MC4 ou compatibles, * des sorties pouvant accueillir 2 sections/polarité de XX mm² | Garantie minimale 2 ans (idéalement 5 ans) |
| Poste de Livraison (PDL | * Cellule départ * Cellule protection * Cellule comptage * Compteurs (principal, secours) * SCADA * Transformateur auxiliaire BT/BT * Tableau de distribution BT auxiliaire * Accessoires de sécurité avec extincteur * Matériels divers : chauffage, éclairage, perche, paire de gants isolants …   Les composants du PDL doivent être conformes à l’étude de raccordement au réseau spécifique au Site et aux exigences de la STEG. |  | Garantie minimale 2 ans mais conçus pour une durée de vie minimale de 25 ans. |
| Câbles | Paramètres de conception du câblage :   * Chute de tension maximale dans les câbles de tout circuit en courant continu < 1 % à STC ; * Chute de tension maximale dans les câbles de tout circuit AC entre les traversées MT du transformateur et l'appareillage de commutation principal MT et la connexion au réseau < 1% à STC * Chute de tension moyenne combinée maximale dans les câbles CC et CA < 2 % à STC. * Perte maximale dans toute section < 3 % au STC.   Les câbles PV entre les modules et la boîte de raccordement doivent être spécialement conçus pour les applications photovoltaïques. Tous les câbles doivent être protégés du soleil et seront au minium de type C2 (non-propagateur de la flemme) et ayant une température admissible sur l’âme d’au moins 90°C en régime permanent. |  | Garantie minimale 2 ans mais conçus pour une durée de vie minimale de 25 ans. |
| Tranchées pour pose des câbles et fourreaux | * Doit être conforme aux exigences STEG (si travaux au-delà du PDL), aux normes et aux bonnes pratiques. | * La profondeur des tranchées sera de [60] cm au minimum. * Le câblage sera directement posé sur un lit de sable de [10] cm. Les câbles seront spécialement adaptés à cette mise en œuvre et traités contre les rongeurs, ils seront constitués d’un feuillard acier, de type ARVFV. Un grillage avertisseur signalera 20cm au-dessus la présence des câbles. Au niveau des traversées de piste lourde, une protection mécanique doit être mise en œuvre pour protéger les câbles des pressions exercées. Une attention particulière sera portée à la mise en œuvre des câbles en entrée et sortie de cette protection pour éviter tout cisaillement en cas de mouvement de terre. * Dans ce tronçon, le parcours du câblage de puissance coïncide avec le câblage de communication. Les câbles de communication devront cheminer dans un fourreau séparé. Il doit exister une séparation entre les fourreaux de puissances et de communication d’au moins [20]cm. * Les câbles doivent être installés de façon à éviter les bords tranchants, en respectant le rayon de courbure préconisé par les fabricants. |  |
| Régime de mise à la terre : | Doit être conforme au Code Réseau, aux normes et aux bonnes pratiques. |  |  |
| SCADA | Un système de supervision des paramètres technique de la centrale photovoltaïque sera mis en place avec une mise à disposition des données suivantes (listing non-exhaustif) :  Alarmes critiques pour :   * Température +85°C (Incendie sur un onduleur, PDL, transformateur ou autre équipement) * Découplage sur le poste de livraison de la centrale * Découplage sur les postes de onduleurs/transformation * Détection d’intrusions/invasions dans la propriété ou au niveau du PDL   Les données extraites pour le monitoring seront paramétrées de la sorte :   * Pas de temps de 1 minute * Délais de remontée des données de 15 minutes * Données envoyées sur serveur FTP * Format de fichier validé par le Client pour sa transmission sur le serveur FTP   Equipements monitorés :   * Données onduleurs et transformateurs * Cellules disjoncteur général * Compteur utilisé pour la facturation * Système anti-intrusions   • Station météo | Mise en place d’un système permettant de monitorer le facteur de puissance, la tension |  |
| Station météo | La station météo devra comporter :   * Sonde température ambiante pour les postes de transformation et PDL. * Sonde de température pour la température extérieure [de type PT1000 (Météocontrol ou équivalent] et température des modules   Tous les équipements devront pouvoir transmettre les résultats des mesures électroniquement | * Anémomètre pour la mesure du vent (dans le cas où les modules sont installés avec des trackers, pour prévenir la vitesse du vent et le cas échéant mettre la centrale photovoltaïque en berne pour des vents trop violents.) * [Pyranomètre de modèle CMP-11 ou SMP 11 (Kipp & Zonen ou équivalent) pour l’irradiation horizontale et dans le plan des modules ] * Girouette : une girouette pour la mesure de la direction du vent | Garantie de 2 ans |
| Sécurisation du site | Clôtures et système de détection anti-intrusion permettant la détection en cas d’arrachage de la clôture.  Hauteur minimale de la clôture [2]m | * Système de détection périmétrique par vibration sur la clôture de d’emprise de la Centrale * Cameras HD de type « dôme » sur la superficie de la centrale ; Nombre de caméras à déterminer par une étude prouvant qu’il n’y a pas d’angle mort |  |
| Voirie | * Pistes principales internes de minimum [4]m. * Pistes secondaires internes au site de minimum [3]m. * Les pistes doivent être stabilisées |  |  |
| Signalétique | * Les câbles seront répertoriés dans un schéma de câblage et montrés sur des schémas. Tous les câbles doivent être identifiés à chaque extrémité au moyen d'une étiquette d'identification robuste et résistante aux intempéries indiquant le numéro de référence du câble. * De même tous les boitiers électriques doivent être repérés conformément aux normes en vigueur. * Une signalétique de sécurité est posée sur les boitiers électriques conformément aux normes en vigueur. |  |  |

1. Organisation du projet
   1. Organisation du projet

Les études, le pilotage général du projet, la fourniture et l’installation des équipements ainsi que la mise en service et les essais seront pris en charge par le Prestataire.

Le projet sera divisé en quatre grandes phases :

**Phase 1 : Conception et préparation à la construction avec la revue des plans, schéma de conception**

**Phase 2 : Construction**

**Phase 3 : Tests, mises en services et Réception Provisoires et levée des réserves**

**Phase 4 : Réception Définitive après la levée des réserves**

* 1. Phase 1 : Préparation à la Construction

[4] semaines avant le démarrage des travaux, les études, plans d’exécution et programme d’exécution de la Centrale devront être transmis au Client après validation par le bureau de contrôle de premier ordre pour approbation.

Préalablement aux travaux, le Prestataire s’assurera d’avoir tous les permis, agréments, autorisation nécessaire pour effectuer les travaux ainsi que ses sous-traitants. Il veillera également à ce que toutes les déclarations administratives ont été faites.

**Il a été considéré dans le cadre de ce Contrat que, préalablement à la Prise d’Effet du Contrat, toutes les autorisations ont été obtenues. Toutefois, il n’est pas rare que durant cette phase de préparation à la Construction, le Prestataire doit transmettre des informations nécessaires pour le Client afin de finaliser certaines autorisations et permis. Une coordination étroite sera à observer dans ce cas.**

**A noter également que selon le Code Réseau, une étude de conformité de la Centrale au Code Réseaudoit être fournie et validée par la STEG au moins 6 mois avant l’achèvement des travaux. Le Client pourra choisir ou non de demander la réalisation de cette étude par le Prestataire, ce qui devra être reflété dans le Contrat.**

* 1. Phase 2 : Construction
     1. Organisation

Durant cette phase, des réunions de chantier [hebdomadaire et] mensuel devront être organisées par le Prestataire auxquels le Client ou toute personne désignée par lui sont invités à assister. Les comptes rendus de ces réunions devront être transmis au Client et à toute personne désignée par lui.

De plus, le Prestataire devra exécuter les travaux de manière à causer le moins d'inconvénients et de nuisances possible au voisinage et au propriétaire du Site (le cas échéant) ; Il veillera à la propreté du Site et que ce dernier soit exempt d'accumulation de matériaux, de débris, de déchets résultant de l'exécution du Contrat ;

Le Prestataire et son personnel ainsi que ses sous-traitants devront se conformer aux règlements, plan ou mesures de prévention fournis par le Client et devront notamment respecter, toutes les mesures de prévention des risques liés au travail et les mesures de protection de l’environnement.

Le Prestataire est tenu de ne faire intervenir sur Site que du personnel spécialisé bénéficiant des compétences techniques et des habilitations requises au regard de la nature de l'intervention. Il devra fournir au Client, sur demande, l’ensemble des habilitations requises et à jour de validité.

Il s’assurera qu’à tout moment, les travaux entrepris et le matériel mis en œuvre sont en conformité avec les procédures, les spécifications et les exigences légales et celles détaillées dans le Contrat.

**Recommandations :**

**- le lancement de la construction devrait préférentiellement avoir lieu après l’ordre du Client (ordre d’exécution), en ayant au préalable vérifié que l’ensemble des conditions préalables sont réunies, si cela n’a pas été déjà fait à la signature du Contrat (preuves d’assurance, permis, etc.)**

**- une réunion de lancement peut être organisée entre les Parties pour passer en revue les étapes déjà écoulées (conception et préparation), la planification globale et les défis techniques particuliers**

**- l’avancement de la construction (et éventuellement les jalons de paiement associés) devrait également être validé par un bureau de contrôle de premier ordre**

* + 1. Rapports et documentation

[Les rapports hebdomadaires devront au minimum indiquer :

* L’état d’avancement des travaux par rapport au programme des travaux approuvé par le Client
* La liste de tous les entreprises et personnels employés sur le site par le Prestataire ;
* Un résumé des actions/ travaux effectués dans la semaine écoulée ;
* Un résumé des actions/ travaux prévus pour les deux semaines à venir ;
* Les problèmes rencontrés et les délais pouvant être affectés ;
* Les actions correctrices mise en place ou à mettre en place le cas échéant ;
* Un descriptif des conditions climatiques rencontrées ;
* Les aspects HSE de la période ;
* Les photographies renseignées. ]

Les rapports de progression mensuels contiendront tous les renseignements indiqués ci-dessous :

* L’état d’avancement spécifique des phases en cours notamment :
* L’état d’avancement de la partie conception/ étude d’exécution incluant :
  + Plans, études, tests, documents transmis entre autres : les plans de recollements et les mises à jour des plans-études d’exécution.
  + Etat d’avancement des formalités administratives et règlementaires
  + Information sur des perspectives d'éventuelles modifications dans la conception du projet et la mise à jour de la planification, y compris les travaux d'interconnexion au réseau STEG.
* L’état d’avancement des approvisionnements/ livraison
* L’état d’avancement des activités sur site
* Détails sur l'état d'avancement des différentes tâches par rapport au planning initial : clôtures, travaux de génie civil, tranchées, fondations, montage mécanique, installation BT, installation BT, installation MT, système de contrôle, système de sécurité, surveillance, interconnexion.
* Rapport photographique sur l'état d'avancement des travaux
* Synthèse des effectifs prévus et effectifs réels
* Description des problèmes rencontrés au cours du mois passé et les travaux, les délais et la main d’œuvre pouvant être affectés ;
* Description des actions correctrices mises en place ou à mettre en place le cas échéant ;

Sécurité, santé et environnement : notification de tout incident lié à la santé, à la sécurité ou à l'environnement, ainsi que des plans visant à éviter de futurs incidents similaires (rapport du coordinateur SPS).

* Description des activités prévues pour le mois suivant ;
* Rapport sur les demandes d’amendements au contrat et de validation en cours (validation des étapes, plans de recollement, factures, paiement, etc).
* Annexes : non-conformités, photos, etc.

Bordereaux d’expédition et procès-verbal de réception :

Pour chaque expédition, le Prestataire fournira les bordereaux portant la référence de la fourniture expédiée. Il fournira également les résultats des tests effectués en usine pour les équipements dont il est usage, le procès-verbal de réception et les photos des éléments réceptionnés.

* 1. Phase 3 : Essais, mise en service et Réception Provisoire

Cette phase-là se décline en 3 étapes décrites dans le Contrat et dans l’Annexe 6.

1. La Réception Mécanique
2. La Mise en Service
3. Les essais de Performance de courte durée et la Réception Provisoire.

Annexe 1bis

Liste des documents du Projet

**La présente sous-annexe permet de lister les documents importants émanant du Client, de tiers ou d’autorités, spécifiques au Projet, et dont le Prestataire devrait avoir connaissance pour remplir ses obligations au titre du Contrat. Liste indicative ci-après – à adapter selon le Projet et le contexte.**

- Plan de situation du Site et de délimitation parcellaire du terrain d’implantation de la Centrale

- Cahier des Charges de la STEG relatif aux exigences techniques de raccordement et d’évacuation de l’énergie produite à partir des installations d’énergies renouvelables raccordées sur le réseau haute et moyenne tension

- Etudes techniques déjà réalisées ou mandatées par le Client, notamment :

* Relevé topographique
* Etude géotechnique et hydrologique ;
* Etude de raccordement *[détaillée ou préliminaire]* au réseau d’électricité réalisée par la STEG ;
* *[Le cas échéant, si pas à la charge du Prestataire]* Etude de conformité au réseau fournie à la STEG
* Etude préalables de localisation des réseaux et ouvrages existants et rapports de consultations avec les entités publiques ou les opérateurs de réseaux privés pour obtenir des informations (préliminaires et/ou détaillées) sur les réseaux et servitudes.

- Toutes les autorisations/certificats/enregistrements/contrats (etc.) susceptibles d’avoir un impact sur la conception, la construction et l’opération de la Centrale, par exemple :

* Les annexes techniques du contrat de vente de l’électricité (PPA)
* Les autorisations relatives à l’utilisation et l’accès au terrain du Site et le long du tracé du raccordement (le cas échéant)
* L’étude d’impact Environnemental et Social, et les mesures compensatoires éventuelles
* La liste des servitudes relatives à la construction de la centrale, et des ouvrages de raccordement
* Permis de bâtir de la centrale, de la sous-station et des installations de raccordement (le cas échéant) purgés de tout recours
* Licence ou contrat de production d’énergie (annexes techniques du PPA par exemple) et/ou de raccordement (conventions avec la STEG) et/ou d’exploitation et autres documents connexes-
* Les permis/ autorisation de défrichement (le cas échéant)
* Les accords pour l’importation, le transport, et la livraison des équipements, le cas échéant
* Les prescriptions éventuelles concernant les exigences de contenu local (équipements, main d’œuvre) relatives à la phase de construction de la Centrale

Toute déclaration / autorisation requise pour créer ou modifier l'accès routier, réguler la circulation routière, dépasser les limites de tonnage, ou faire circuler de convois exceptionnels ;

Tous plans, mesures de prévention, ou d’une façon générale, toute règlementation ou règlement interne fournis par le Client

Annexe 1 Ter

Dossier des Ouvrages Exécutés

Dans le cadre de ses obligations contractuelles pour la Réception Provisoire, le Prestataire remettra un dossier de récolement complet, conformément à la Norme 62446-1 comportant la totalité des documents mis à jour en conformité avec les travaux effectués sur le chantier. Celui-ci comprendra au minimum :

* Les notices et fiches techniques de tous les composants
* Les attestions d’assurance/garantie des matériels
* Les certificats des matériels
* Des plans d’implantation et de voiries et les plans de génie civil et de VRD
* Les plans mécaniques des structures ainsi que les notes de calcul et de résistance mécanique des structures et des ancrages
* Les schémas électriques et toutes les notes de calcul/dimensionnement électriques, y compris les notes de calcul de sélectivité
* Les plans des coffrets électriques et des postes de transformation
* Les plans du Poste de Livraison
* Les plans des constructions des ouvrages
* Les plans des systèmes de sécurités
* L’étude de productible révisée
* Les notes de calculs révisées
* Tous les procès-verbaux et rapports d’essais, de tests, de conformité en usine et sur site
* Tous les manuels de montage et de démontage des équipements importants
* Tous les manuels et procédures pour l’exploitation et la maintenance
* Le plan d’exploitation et de maintenance de la centrale (inclus entretien du terrain et nettoyage des modules) a
* Les plans et la description détaillée et le manuel du système de sécurité.
* La description détaillée et le manuel du système de sécurité.
* Copie de l’attestation d’assurance du Prestataire et de entreprises de sous-traitance conforme aux exigences du contrat
* Rapport de validation de la conception, de la réalisation de la centrale par un bureau de contrôle de premier ordre
* Rapport de suivi du chantier du coordinateur sécurité
* Inventaire des pièces de rechange à conserver sur le chantier

1. « Arrêté de la ministre de l’énergie, des mines et des énergies renouvelables du 9 février 2017, portant approbation du cahier des charges relatif aux exigences techniques de raccordement et d’évacuation de l’énergie produite à partir des installations d’énergies renouvelables raccordées sur le réseau haute et moyenne tension. » ou toute version ultérieure du document [↑](#footnote-ref-1)